

区块链技术赋能餐饮服务食品安全 多主体协同治理研究

Research on multi-agent collaborative governance of food safety in
catering services enabled by blockchain technology

于慧丽 刘登攀

YU Hui-li LIU Deng-pan

(西安医学院马克思主义学院, 陕西 西安 710021)

(School of Marxism of Xi'an Medical University, Xi'an, Shaanxi 710021, China)

摘要:目的:破解治理主体信息交流不畅的难题,提升治理效果。方法:通过梳理 2021 年中国典型餐饮服务食品安全危机事件,分析区块链技术与餐饮服务食品安全协同治理的关系。结果:治理信息碎片化、信息不对称和信息溯源难是多主体协同治理的现实困境,区块链技术与多主体协同治理之间具有信息去中心化、安全性、透明性、可追溯的耦合性。结论:构建区块链技术赋能多主体协同治理框架,推动区块链技术与食品安全多主体协同治理深度融合,构建技术融合创新机制,完善法律法规和行业标准。

关键词:区块链;餐饮服务;多主体协同治理;去中心化;耦合性

Abstract: **Objective:** Solving the problem of poor information exchange among the governance subjects will help to improve the governance effect. **Methods:** By sorting out the typical food safety crisis events of catering services in China in 2021, and analyzing the relationship between blockchain technology and food safety collaborative governance of catering services. **Results:** Governance information fragmentation, information asymmetry and difficulty in information traceability were realistic dilemma of multi-agent collaborative governance. Blockchain technology and multi-agent collaborative governance had the coupling of information decentralization, security, transparency and traceability. **Conclusion:** Construct the multi-agent collaborative governance framework enabled by blockchain technology, promote the in-depth integration of blockchain technology and food safety

基金项目:国家社科基金青年项目(编号:17CZZ033);西安医学院博士科研启动基金(编号:2020DOC34);西安医学院思想政治教育重点课题(编号:2021SZ02)

作者简介:于慧丽(1979—),女,西安医学院讲师,博士。

E-mail:jane_yhl@126.com

收稿日期:2021-12-31 **改回日期:**2022-05-18

collaborative governance in catering services, construct the technology integration innovation mechanism, and improve laws, regulations and industry standards.

Keywords: blockchain; catering service; multi-agent governance; decentralization; coupling

多主体协同治理是政府和学者探索创新国家治理方式和推进国家治理体系与治理能力现代化的重要思路。世界上很多国家已将区块链技术应用到食品安全治理领域,起到了显著治理效果,增加了信息透明度,增强了食品可追溯性,提升了消费者的信任度^[1]。2021年,中国20个省级行政单位在工作报告中提到将区块链作为产业经济发展与社会治理的重要引擎^[2]。中国学者将区块链技术与不同食品领域监管相融合亦做了大量研究。汪普庆等^[3]从食品安全管理的宏观视角研究了区块链技术的应用,李明佳等^[4]对区块链技术在食品溯源体系中的应用进行了深入研究,王可可等^[5]研究了联盟区块链技术在农产品供应链中的应用,还有学者有针对性地研究区块链技术在监管冷链食品^[6]、有机食品^[7]、食用菌^[8]、果品^[9]等领域的应用。然而,将区块链技术赋能餐饮服务食品安全多主体协同治理,实现解决餐饮服务食品安全问题的理念更新与技术突破,推进餐饮服务食品安全治理能力现代化的研究较少。研究区块链技术赋能中国餐饮服务食品安全多主体协同治理,透视餐饮服务食品安全多主体信息交流困境,分析区块链技术与餐饮服务食品安全多主体协同治理的耦合性,提出区块链技术赋能餐饮服务食品安全多主体协同治理路径,有助于破解餐饮服务食品安全信息碎片化、信息不对称、信息难以溯源的困局,提升治理水平。

1 中国餐饮服务食品安全多主体协同治理信息交流困境

根据 2018 年国家市场监督管理总局发布的《餐饮服务食品安全操作规范》，餐饮服务供给者是指，按照食品安全法律法规，规范经营餐饮行业，科学合法处理食品、清洁操作、保障餐用具清洁以及外卖配送安全的餐饮服务经营者和单位食堂等主体。2021 年中国发生多起典型餐饮服务食品安全事件(见表 1)，损害人们生命安全和身体健康，破坏社会市场秩序。从 2021 年发生的诸多餐饮服务食品安全危机事件的治理主体来看，政府监管部门、媒体、消费者发挥各自监督作用，而食品行业协会等社会组织的监督作用不明显。尤为突出的是，治理主体信息共享机制不完善，信息碎片化、信息不对称和信息难以溯源致使治理主体信息交流陷入困境，多主体协同治理优势未被充分激发。

1.1 食品安全治理信息碎片化

不同治理主体对餐饮服务食品安全的治理方式不同，政府固定检查和随机抽查，媒体明察暗访并报道新闻，食品行业协会发布行业行规指导行业健康发展，消费者向官方举报和网络曝光。因餐饮服务供给者是治理对象，主动披露食品安全信息的概率非常低，其他治理主体则难以获取详细的食品生产经营信息。治理主体公开各自监督的信息渠道不同，偶有治理主体间交流食品安全治理信息，但交流的频次仍较低，餐饮服务食品安全治理格局呈分散态势，食品安全治理信息呈碎片化特征，信息不能有效共享降低了协同治理成效。

1.2 治理主体间信息不对称

餐饮服务食品安全信息碎片化，形成信息孤岛。由

于缺乏食品安全治理信息共享的技术支撑和平台建设，无法对治理主体形成责任要求，政府部门将食品治理信息发布在平台上的引领者作用发挥不突出，媒体为了追求新闻发布速度而忽视食品安全监督责任，食品行业协会因不具有市场竞争身份而不承担市场竞争压力致使发布和反馈食品安全信息的积极性不高，部分消费者素养不高不具备将食品治理信息发布在平台上的能力，餐饮服务供给者刻意遮蔽缺陷食品信息。治理主体间的食品安全信息难以共享和即时交流，造成信息不对称，无法形成透明、高效的信任体系，事前监督与事后惩戒效果不佳，对餐饮服务食品供给者的预防与震慑作用不强。

1.3 食品安全信息溯源难度大

目前中国多数餐饮服务食品安全信息为中心化存储模式，这种模式易致信息被篡改，或存储介质损害时数据被损毁。加之中心化信息存储模式使食品信息碎片化和信息不对称，食品安全信息普遍缺乏可视性和透明度，部分主体获取的食品信息真实性存疑，且跨网络的协议差异和法规不同的掣肘，加大了对餐饮服务食品安全供应链可靠溯源的难度，严重威胁生产加工食品的质量和消费者的安全^[10]。

2 区块链技术与餐饮服务食品安全多主体协同治理的耦合性

区块链是一种涉及密码学、计算机技术、数学、人工智能等多种学科的链式数据结构，是分布式共享账本和数据库。区块链技术在全球粮食安全、金融、制造、医疗健康与社会治理等方面的应用表现出优越性，体现了该技术应用的深度与广度。耦合，是指事物与事物之间的依赖程度，依赖程度越高，耦合性越强。区块链技术赋能

表 1 2021 年典型餐饮服务食品安全危机事件

Table 1 Typical crisis events of catering service food safety in 2021

典型餐饮服务食品安全事件	发生日期	存在的具体问题	发现问题主体与方式
小龙坎后厨脏乱差	2021 年 3 月	无健康证上岗,使用过期变质食材、水果和肉类混用案板、打扫卫生的扫帚捣制冰机冰块、碗筷洗不干净	媒体记者卧底
曼玲粥店吃剩的排骨再下锅	2021 年 3 月	吃剩排骨回收再上桌,操作不卫生	媒体曝光
迪士尼蛋糕有异物	2021 年 6 月	蛋糕上有异物	消费者自主购物发现
小龙坎使用地沟油	2021 年 7 月	使用地沟油	监管部门监管
杨国福麻辣烫使用老鼠咬过的食材	2021 年 7 月	使用老鼠咬过的食材、厨房抹布洗菜洗鞋、蟑螂随处可见	消费者暗访
华莱士食用鸡肉上苍蝇乱飞	2021 年 7 月	鸡肉苍蝇乱飞、老油掺新油、操作人员未戴口罩和手套	消费者自媒体曝光
胖哥俩肉蟹煲用死蟹冒充活蟹	2021 年 8 月	使用过期变质食材、后厨脏乱、虚假宣传	媒体记者卧底
奈雪饮品菌落总数超标	2021 年 10 月	菌落总数超标	监管部门网站曝光
呷哺呷哺餐桌蟑螂乱爬	2021 年 10 月	蟑螂乱爬、调料台小虫子乱飞	消费者反映
吉野家使用发臭肉沫	2021 年 11 月	使用过期变质食材、后厨卫生堪忧	媒体曝光

“政府监管、餐饮服务供给者诚信负责、食品行业协会自律、媒体舆论监督、消费者反馈”的多主体协同治理,治理信息去中心化提升治理主体的信任感,信息不易被篡改增强治理信息的安全性,治理主体间频繁的交流与互动被其他掌握密钥的治理主体查看,提升信息的透明性,便于供应链的全过程可追溯,体现了区块链技术与餐饮服务食品安全多主体协同治理的耦合性。

2.1 餐饮服务食品安全多主体协同治理信息去中心化

区块链由许多随机分布的节点组成,没有中心管制,其显著特性之一是信息去中心化分布(见图1)。信息去中心化使供应链上所有主体地位平等,消除了信息中心化导致的主体不平等和歧视等信任危机。每个节点上录入数据后,录入主体在该节点上数字签名,无需集中式数字签名。

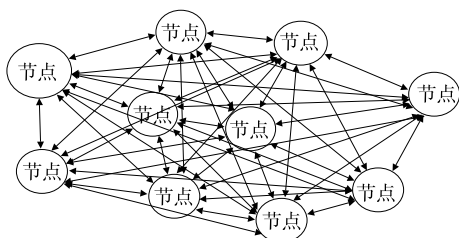


图1 区块链去中心化技术模型

Figure 1 Technology model of decentralized blockchain

治理主体掌握大量的食品安全信息,这些信息分布在不同的节点上。全国范围内餐饮服务行业数量巨大,行业种类繁多。从规模上分类,有大型、中型、小型和微型餐饮;从种类上分类,有大众型、高档型和气氛型餐饮,有茶饮、烧烤、火锅、自助餐等,有中餐、西餐、日餐、韩餐等;从菜系上分类,有川菜、徽菜、陕菜、粤菜、鲁菜等。政府监管部门不仅包括国家监管部门和地方监管部门,还包括市场监管部门、质检部门、商务部门、工商管理等部门,监管部门通过监督掌握了大量的食品安全信息。以2021年上半年为例,仅全国市场监管部门就完成了食品抽检1 808 640批次^[11],其中加大了对餐饮行业食品安全抽检频次和监管力度。分布在全国范围内种类众多的食品行业协会,掌握了大量的餐饮服务业发展信息、食品安全信息等。媒体包括传统媒体和新兴媒体,传统媒体有报纸、电视、广播、杂志,新兴媒体有数字报纸、手机、网络、移动电视、数字电视等。媒体通过新闻报道等形式发布众多食品安全信息。消费者群体庞大,随着生活节奏的加快,外出餐饮和点外卖的消费者越来越多。所有治理主体将海量的食品安全信息录入区块链去中心化的节点上,为政府监管、食品行业协会自律、餐饮服务供给者诚信负责、媒体舆论监督、消费者评价、反馈和投诉提供有利的数据支持。区块链技术应用在餐饮服务食品安全治理中,改变了过去中心化信息存储模式,海量餐饮服务

食品安全多主体治理信息呈现去中心化分布样态,大大增进了治理主体间的信任感。

2.2 餐饮服务食品安全多主体协同治理信息安全性

区块链内部每个数据经独立编码,这些数据按照时间顺序排列,首尾相连,任何一个或多个节点遭到破坏不会影响整个系统的稳定运行。每个节点网络以分布式形式获取完整的存储数据并由所有节点共同维护。对单个节点上数据库的更改无效,除非整个供应链超过51%的节点处于受控状态^[12]。这种永久储存兼具防篡改技术特性,保障了信息的安全性^[13]。此外,平台系统的自动报警功能亦能保障信息安全性。政府、餐饮服务供给者、食品行业协会、媒体和消费者在录入具体餐饮服务食品安全信息之前,互联网系统会通过智能合约审核数据格式的合法性和行业标准的适合度,合法并符合行业标准的视频、文字、图片等信息被打包录入。如果餐饮服务食品安全供应链条上任何一个环节发生食品安全隐患,或者任何一个信息被试图篡改,则平台系统触发报警功能,所有治理主体都将看到并实时观测食品安全隐患。报警功能监督治理主体录入真实信息,规避了信息被篡改的风险。

2.3 餐饮服务食品安全多主体协同治理信息透明性

区块链技术为不同主体设置许可和认证,在多个主体之间建立共识机制,提升了多个主体之间的信任度^[14]。治理主体间的互动,既包括政府监管部门内部、餐饮服务供给者之间、食品行业协会之间、媒体之间、消费者之间的互动,也包括政府与餐饮服务供给者之间、政府与食品行业协会、政府与媒体、政府与消费者、餐饮服务供给者与食品行业协会、餐饮服务供给者与媒体、餐饮服务供给者与消费者之间、食品行业协会与媒体之间、食品行业协会与消费者之间、媒体与消费者之间的两两主体间的互动,还包括政府、餐饮服务供给者、食品行业协会、媒体和消费者3个以上主体之间的互动。只要政府监管部门、餐饮服务供给者、食品行业协会、媒体和消费者使用各自专有密钥,均可看到多主体之间纵横交错的互动全过程,增强了交易和互动的可视化和透明性。

2.4 餐饮服务食品安全多主体协同治理信息可追溯性

治理主体将餐饮服务信息上传系统后,会附上时间戳。所有节点上数据开放,提供存储交易记录,治理主体使用专有密钥,便可通过公开的接口查询数据库中的相关内容^[15]。智能合约管理和监控网络中主体之间的交易让网络内的所有主体充分了解交易过程,增强了信息的可视化和透明度^[16]。信息的可视化和透明度便于治理主体跟踪供应链全过程^[17],保障供应链全过程可追溯。餐饮服务食品安全多数治理主体是互联网上的陌生人,均受制于有约束力的数字化合约。治理主体在录入相关食品信息前,需要跟平台签订智能合约。每个治理主体都会受到智能合约的约束,提升录入信息的真实性和可靠性的概率,否则会受到因信息虚假造成其他主体名誉、财

产受损的法律惩戒。主体录入的信息都存储在区块链网络中,每条食品信息都记录在案。当发生合约中的事件时,合约便会自动执行,不需要经过人为操作。当智能合约被启动时,平台便会发出自动预警,所有主体都能够从自动预警装置中获知治理主体的身份信息和治理情况,便于供应链的可追溯。

综上,基于区块链技术与“政府监管、餐饮服务供给者诚信负责、食品行业协会自律、媒体舆论监督、消费者反馈”的餐饮服务食品安全多主体协同治理的耦合性(见图 2),运用区块链技术破解政府、餐饮服务供给者、食品行业协会、媒体和消费者多主体间信息不透明、信息孤岛、信息不安全、可追溯性差的难题,将不同治理主体提供的信息融合交汇与共享,有助于提升协同治理效能。

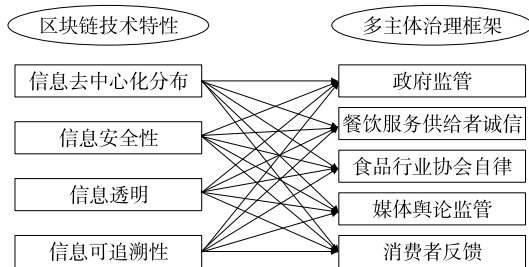


图 2 区块链技术与餐饮服务食品安全多主体协同治理的耦合

Figure 2 Coupling of blockchain technology and multi-agent collaborative governance of food safety in catering services

3 区块链技术赋能餐饮服务食品安全多主体协同治理路径

区块链技术与中国餐饮服务食品安全多主体协同治理具有强耦合性,二者相融合提升了协同治理效能。现实中,需要加快推进区块链技术应用进程,构建区块链技术赋能餐饮服务食品安全多主体协同治理框架,推动区块链技术与餐饮服务食品安全多主体协同治理深度融合,构建技术融合创新机制,完善法律法规与应用标准。

3.1 构建区块链技术赋能餐饮服务食品安全多主体协同治理框架

区块链技术赋能餐饮服务食品安全多主体协同治理的框架(见图 3)包括用户层、应用层、智能合约、共识层、网络层、数据层、数据来源 7 个方面,其中共识层、网络层和数据层是该框架的核心,也是实现多主体协同治理的关键。用户层指与系统发生交易与互动的参与方,即餐饮服务食品安全协同治理的主体,包括政府各级监管部门、大中小不同类型餐饮服务供给者、食品行业协会、传统媒体与新兴媒体、消费者。应用层是治理主体访问全国餐饮服务食品安全系统门户网站的入口。治理主体访问门户网站后,系统会启动自动数字签约功能,治理主体

必须遵守相关法律法规和行业规范。该层会对录入数据进行安全验证,分拣出安全数据。共识层、网络层和数据层属于技术层面,技术层通过技术手段对搜集的安全数据进行加密存储,再按照区块链时间顺序对数据加戳,存储在节点上,便于追踪溯源。最后,所有的数据通过政府网站、餐饮服务网站、食品行业协会网站、媒体网站呈现出来,所有的治理主体都可以看到,便于治理主体发现问题、追溯源头、交流治理经验等。

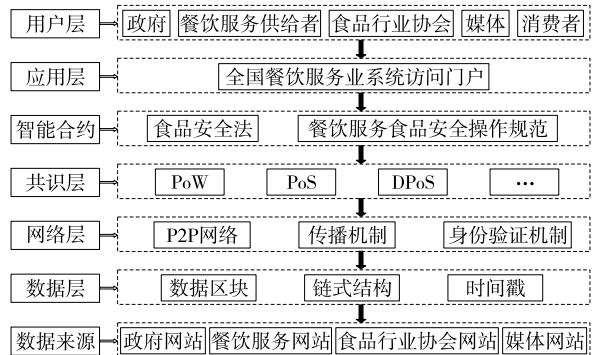


图 3 区块链技术赋能餐饮服务食品安全多主体协同治理框架

Figure 3 Framework on blockchain technology enabling multi-agent collaborative governance for food safety in catering services

3.2 推动区块链技术与餐饮服务食品安全协同治理深度融合

区块链技术应用于餐饮服务食品安全治理带来利好的同时,对餐饮服务食品安全治理主体及技术运营商提出更高要求。餐饮服务食品安全多主体构成了利益共同体,无论哪个主体的治理职责缺位,都将导致食品安全治理失能。每个治理主体遵循现代化共同治理理念,积极应用区块链技术协同治理食品安全,构建多主体间相互充分信任的数字社会秩序,是防止食品安全协同治理失能的必要举措。区块链技术应用是技术与协同治理深度融合的前提与基础。基于此,从餐饮服务食品安全治理主体积极接受区块链技术应用的教育和区块链运营商对区块链技术匹配餐饮服务食品安全协同治理的专业教育两个不同侧重点解析并推进技术与餐饮服务食品安全协同治理的深度融合。

(1) 开展针对区块链视域下餐饮服务食品安全治理主体的“数字教育”。政府是公权力代表,在餐饮服务食品安全治理中应起到主导和表率作用,统筹各治理主体优势,主动与企业合作,积极学习区块链技术赋能餐饮服务食品安全治理技能,宣传区块链技术赋能餐饮服务食品安全治理的便利性和社会效应,组织培训会,邀请专业技术人员和管理人员对治理主体进行多频次专业技能培训,加强对治理主体的“数字教育”。食品行业协会、媒

体、餐饮服务供给者应提升餐饮服务食品安全治理的社会责任感,积极学习数字治理技术,加强食品安全信息沟通。消费者应树立餐饮服务食品安全治理的主人翁意识,强化在食品安全治理中的主体地位,明晰自身是安全餐饮服务的受益者,也是缺陷餐饮服务的潜在受害者,加强与其他治理主体的信息交流,共同维护餐饮服务食品安全生态环境。

(2) 开展针对区块链技术运营商的协同治理教育。区块链技术赋能餐饮服务食品安全协同治理,实际上是区块链技术的研究开发、技术应用和实践推动与餐饮服务食品安全治理现状、餐饮服务治理主体素质现状等深度融合。区块链技术运营商是推动区块链技术参与社会治理的主要力量,应加大区块链技术参与食品安全协同治理的研发力量,提升区块链技术赋能餐饮服务食品安全协同治理体系方案的适配性,持续推动区块链技术在餐饮服务食品安全治理中的扩展应用,与高校科研院所加强产学研合作,厘清当前区块链技术赋能餐饮服务食品安全聚焦的痛点和具体问题,提升认知水平,推动实践创新。

中国餐饮行业较早引入区块链技术的饭美美,是近年来区块链技术赋能餐饮服务食品安全治理的成功试点。饭美美将餐饮服务数据存储在企业的服务器上,不仅提升了录入数据的速度,而且数据不可篡改。支持饭美美企业的技术运营商是北京暴风新影科技有限公司,该公司运用区块链技术为饭美美提供溯源服务。除了溯源信息之外,饭美美的外卖业务、物业配餐、公司订餐、食材采购、食品制作加工、食品保存与配送等全部餐饮的溯源信息均被录入区块链技术支撑的平台系统,增加了饭美美整个操作环节的可视化和真实性,提升了政府、食品行业协会、媒体和消费者对其信任度。由此看来,饭美美作为餐饮服务供给者,较早接受关于区块链技术的数字教育,北京暴风新影科技有限公司加强与饭美美餐饮治理的适配度,实现了技术与社会治理的深度融合,其经营理念 and 经营模式不仅为餐饮服务行业提供了经验,也为治理主体治理餐饮服务行业提供了借鉴。

3.3 构建技术融合创新机制

区块链的特性只是把数据录入节点并不可篡改,但不能保证所有治理主体录入的数据都是真实有效的,这就需要结合物联网技术,确保每个治理主体录入的信息真实有效。物联网+区块链应用于餐饮服务食品安全治理,指政府监管部门、餐饮服务供给者、食品行业协会、媒体和消费者通过射频识别技术、二维码、全球定位系统、红外感应器等技术 and 装置,运用测量化学、生物、温度等方式将各自掌握的信息录入区块链节点上,实现对餐饮服务供给产业与过程的智能感知、监测和控制。目前区块链技术 with 物联网技术均存在技术不足的问题,且两者深入融合还欠缺基础理论研究及国家与行业标准认定。因此应加强两种技术融合基础理论研究,加强二者的技术

融合与应用,创新融合机制,夯实底层技术支撑,搭建符合现实需求的区块链+物联网治理平台。在平台上,治理主体录入不同食品安全信息(见图4)。区块链+物联网技术赋能餐饮服务食品安全治理,不仅保障了信息的安全性,也保障了信息的真实性,还重构了透明高效的信任体系,为餐饮服务食品安全协同治理提供了多重保险。

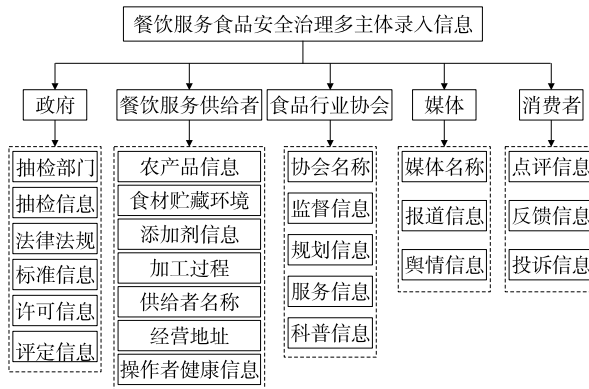


图4 餐饮服务食品安全治理多主体录入的信息

Figure 4 Information provided by multiple governance subjects for food safety in catering services

3.4 完善法律法规和应用标准

目前,区块链技术落地实效不明显,在食品安全治理领域中技术应用成功试点不多,技术融合难关亟待破解。区块链技术落地实效的呈现,不仅需要成熟的技术支持,还需要健全的法律制度与应用标准的导向和制约。当前,中国区块链技术赋能餐饮服务食品安全治理的法律不健全,法律之间有冲突,为协同治理带来不小阻力。区块链技术人才匮乏,无法满足现实需求。对此,中国需要从顶层设计完善法律法规。通过制定完善法律法规将多主体纳入区块链视域下的治理体系中,激励食品行业协会和媒体在食品安全治理中熟练应用数字技术,明确餐饮服务供给者不参与区块链治理体系的责任,鼓励和引导消费者积极参与区块链视域下的食品安全监督。与此同时,完善相关法律法规,消除现有法律法规打架现象,明确法律红线。探索更多区块链技术应用模式,培育区块链技术赋能餐饮服务食品安全治理的成熟试点,从制度层面上大范围推广成功经验,逐步推动区块链技术应用进程。加强人才培养的制度建设,完善区块链技术人才和技术融合人才的培养方案,开设区块链专业课程,加快人才培养步伐。完善区块链技术在餐饮服务业中的使用规范体系,明确使用标准,加快区块链+物联网技术融合和应用统一国际标准和行业标准制定完善的进程。

4 结语

区块链技术赋能餐饮服务食品安全治理,推动餐饮服务食品安全领域进入了数字经济时代,对该领域协同治理具有深远的影响。区块链技术在食品供应链中的应

用仍处于早期阶段,目前,该技术还有漏洞,已经确定的主要缺陷包括存储容量和可扩展性不足、代码漏洞、隐私泄露、高成本、监管问题、延迟问题以及缺乏技能,智能合约技术还有不足,当前很多研究者对其进行批判性分析,以及质疑各种共识算法在供应链中应用的适用性^[18]。未来,创新区块链核心技术,改进区块链技术应用,积极攻破区块链与物联网在区分容忍度、数据膨胀等方面的技术难关,规避在餐饮服务食品安全治理中引入区块链后因无法支撑高性能交易和智能合约机制不完善等技术缺陷导致社会治理效能不足,是餐饮服务食品安全协同治理的重要课题。

参考文献

- [1] FRIEDMAN N, ORMISTON J. Blockchain as a sustainability-oriented innovation? Opportunities for and resistance to blockchain technology as a driver of sustainability in global food supply chains [J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2022, 175: 121403.
- [2] 刘鸿超, 王晓伟, 陈卫洪. 基于区块链技术的农产品安全生产机制研究[J]. *农业经济问题*, 2021(11): 66-76.
LIU H C, WANG X W, CHEN W H. Research on the safety production mechanism of agricultural products based on blockchain technology[J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2021(11): 66-76.
- [3] 汪普庆, 瞿翔, 熊航, 等. 区块链技术在食品安全管理中的应用[J]. *农业技术经济*, 2019(9): 82-90.
WANG P Q, QU X, XIONG H, et al. Application of blockchain technology in food safety management[J]. *Agricultural Technology and Economy*, 2019(9): 82-90.
- [4] 李明佳, 汪登, 曾小珊, 等. 基于区块链的食品安全溯源体系设计[J]. *食品科学*, 2019, 40(3): 279-285.
LI M J, WANG D, ZENG X S, et al. Food safety tracing technology based on block chain[J]. *Food Science*, 2019, 40(3): 279-285.
- [5] 王可可, 陈志德, 徐健. 基于联盟区块链的农产品质量安全高效追溯体系[J]. *计算机应用*, 2019(8): 2 438-2 443.
WANG K K, CHEN Z D, XU J. Efficient traceability system for quality and safety of agricultural products based on consortium blockchain[J]. *Journal of Computer Application*, 2019(8): 2 438-2 443.
- [6] 潘慧萍, 李宝安, 吕学强, 等. 湘冷链—基于区块链的冷链溯源系统[J]. *食品与机械*, 2021, 37(9): 145-152.
PAN H P, LI B A, LU X Q, et al. Hunan cold chain: Cold chain traceability system based on blockchain[J]. *Food & Machinery*, 2021, 37(9): 145-152.
- [7] 李建军, 苏芳媛, 杨玉, 等. 基于区块链技术的有机食品溯源体系[J]. *食品与机械*, 2021, 38(3): 71-74, 109.
LI J J, SU F Y, YANG Y, et al. Research on organic food traceability system based on blockchain technology [J]. *Food & Machinery*, 2022, 38(3): 71-74, 109.
- [8] 罗奇, 万同. 基于区块链的食用菌质量安全溯源系统设计[J]. *中国食用菌*, 2020, 39(1): 65-68.
- LUO Q, WAN T. Design of traceability system for quality and safety of edible fungi based on blockchain [J]. *Edible Fungi of China*, 2020, 39(1): 65-68.
- [9] 李海洲, 周小刚, 唐衍军. 区块链技术赋能果品供应链质量安全研究[J]. *中国果树*, 2021(5): 79-82.
LI H Z, ZHOU X G, TANG Y J. Research on quality and safety management of fruit supply chain enabled by blockchain technology [J]. *China Fruit*, 2021(5): 79-82.
- [10] MAJDALAWIEH M, NIZAMUDDIN N, ALARAJ M, et al. Blockchain-based solution for secure and transparent food supply chain network[J]. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 2021 (14): 3 831-3 850.
- [11] 市场监管总局关于 2021 年上半年市场监管部门食品安全监督抽检情况的通告(2021 年第 34 号) [EB/OL]. (2021-08-24) [2022-02-01]. https://www.samr.gov.cn/spcjs/yjjl/sphz/202108/t20210824_334019.html.
Notice of the State Administration market supervision on the sampling inspection of food safety supervision by market supervision departments in the first half of 2021 (No. 34 of 2021) [EB/OL]. (2021-08-24) [2022-02-01]. https://www.samr.gov.cn/spcjs/yjjl/sphz/202108/t20210824_334019.html.
- [12] FENG H H, WANG X, DUAN Y Q, et al. Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 260: 121031.
- [13] MAO D H, HAO Z H, WANG F, et al. Novel automatic food trading system using consortium blockchain[J]. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 2019, 44: 3 439-3 455.
- [14] 王伟, 赵海军, 王紫娟, 等. 区块链在我国出口食品溯源的应用探索研究[J]. *食品安全质量检测学报*, 2021(10): 8 234-8 241.
WANG W, ZHAO H J, WANG Z J, et al. Exploratory research on application of blockchain in traceability of export food in China[J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2021(10): 8 234-8 241.
- [15] BEHNKE K, JANSSEN M F W H A. Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology[J]. *International Journal of Information Management*, 2020, 52: 101969.
- [16] ZHAO G Q, LIU S F, LOPEZ C, et al. Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions [J]. *Computers in Industry*, 2019, 109: 83-99.
- [17] 赵维. 基于区块链技术的农业食品安全追溯体系研究[J]. *技术经济与管理研究*, 2019(1): 16-20.
ZHAO W. Research on traceability system of agricultural-food safety based on block chain technology[J]. *Technical Economy and Management Research*, 2019(1): 16-20.
- [18] CHEN S, LIU X C, YAN J Q, et al. Processes, benefits, and challenges for adoption of blockchain technologies in food supply chains: A thematic analysis [J]. *Information Systems and e-Business Management*, 2021(19): 909-935.